

509,685

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Oktober 2003 (16.10.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/086011 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H04R 17/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP03/03682**

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. April 2003 (09.04.2003)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
102 16 037.6 11. April 2002 (11.04.2002) **DE**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ENDRESS + HAUSER GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Hauptstrasse 1, 79689 Maulburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DESERNO, Rolf** [DE/DE]; Hauptstrasse 43m, 79689 Maulburg (DE).
PFEIFFER, Helmut [DE/DE]; Kirchstrasse 26/5, 79585 Steinen (DE).

(74) Anwalt: **ANDRES, Angelika**; c/o Endress + Hauser Deutschland Holding GmbH, PatServe, Colmarer Strasse 6, 79576 Weil am Rhein (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

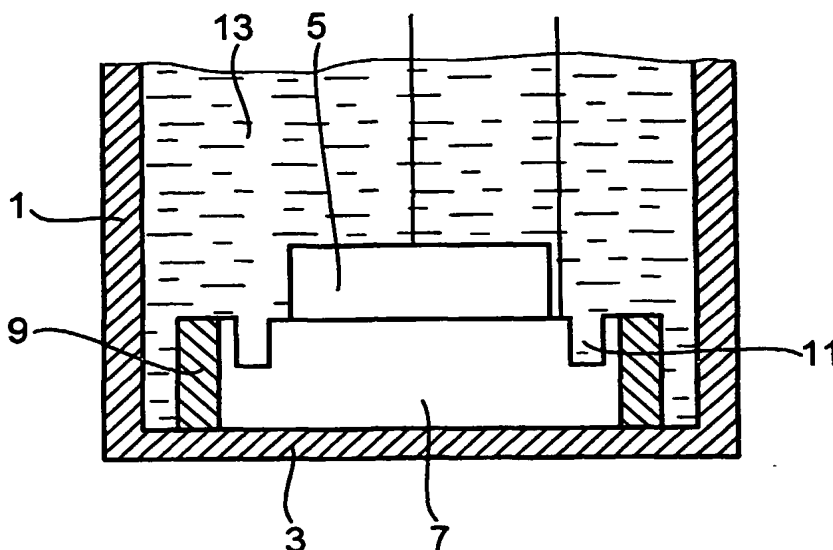
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **SOUND OR ULTRASOUND SENSOR**

(54) Bezeichnung: **SCHALL- ODER ULTRASCHALLSENSOR**



(57) Abstract: The invention relates to a sound or ultrasound sensor that has an emission characteristic with a preferably small aperture angle and that generates as few noise signals as possible. Said sensor comprises a housing (1), closed off in the shape of a pot by a bottom (3), a piezoelectric element (5) for generating and/or receiving sound or ultrasound through the bottom (3), an adaptation layer (7) between the piezoelectric element (5) and the bottom (3), and a metal ring (9) that encloses the adaptation layer (7) in a form fit.

(57) Zusammenfassung: Es ist ein Schall- oder Ultraschallsensor vorgesehen, der eine Abstrahlcharakteristik mit einem vorzugsweise

geringen Öffnungswinkel aufweist und der möglichst wenig Störsignale erzeugt, mit einem von einem Boden (3) topfförmig abgeschlossenen Gehäuse (1), einem piezoelektrischen Element (5) zur Erzeugung und/oder Aufnahme von Schall oder Ultraschall durch den Boden (3) hindurch, einer Anpassschicht (7) zwischen dem piezoelektrischen Element (5) und dem Boden (3), und einem metallischen Ring (9), der die Anpassschicht (7) formschlüssig umgreift.



WO 03/086011 A1



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Schall- oder Ultraschallsensor

Die Erfindung betrifft einen Schall- oder Ultraschallsensor zum Senden und/oder Empfangen von Schall- oder Ultraschall. Ultraschallsensoren werden z.B. als Sender und/oder Empfänger zur Entfernungsmessung nach dem Echolotprinzip verwendet, insb. zur Messung eines Füllstands, z.B. in einem Behälter, oder zur Messung einer Füllhöhe, z.B. in einem Gerinne oder auf einem Förderband.

Ein vom Schall- oder Ultraschallsensor ausgesendeter Impuls wird an der Oberfläche des Füllgutes reflektiert. Die Laufzeit des Impulses vom Sensor zur Oberfläche und zurück wird ermittelt und daraus der Füllstand bzw. die Füllhöhe bestimmt.

Derartige Schall- oder Ultraschallsensoren werden in vielen Industriezweigen, z.B. in der Lebensmittelindustrie, der Wasser- und Abwasserbranche und in der Chemie, eingesetzt.

In fast allen Anwendungsbereichen ist es erforderlich, daß die Sensoren eine Abstrahlcharakteristik mit einem geringen Öffnungswinkel einer Hauptschallkeule und gleichzeitig geringen Nebenschallkeulen aufweisen.

Der Öffnungswinkel des Sensor ist im wesentlichen durch den Durchmesser der Frontfläche und die Frequenz bestimmt. Dabei verhält sich der Sinus des Öffnungswinkels der abgestrahlten Schallkeule wie der Quotient aus der Wellenlänge der abgestrahlten Schall- oder Ultraschallwelle und dem Durchmesser der Frontfläche des Abstrahlelements. Um eine Schallkeule mit kleinem Öffnungswinkel zu erhalten, ist daher ein großer Durchmesser zu verwenden.

Andererseits erreicht man eine gute Abstrahlcharakteristik mit geringen Nebenkeulen durch eine Biegeform eines abstrahlenden Elements, deren Amplitudenverteilung nahezu einer Gaußfunktion entspricht und bei der außerdem die Phase der Schwingung über die gesamte Fläche gleich ist. Je größer die Halbwertsbreite dieser Gaußkurve ist, umso schmaler wird die Haupkeule sein. Es gilt also eine Schwingungsform zu erzeugen, bei der die zur Verfügung stehenden abstrahlende Fläche optimal genutzt wird.

In der DE-C 42 33 365 ist ein Schall- oder Ultraschallsensor zum Senden und/oder Empfangen von Schall- oder Ultraschall beschrieben mit

- einem piezoelektrischen Element zur Erzeugung und/oder Aufnahme von Schall oder Ultraschall durch den Boden hindurch,
- einer Anpaßschicht zwischen dem piezoelektrischen Element und dem Boden, und
- einem metallischen Ring der das piezoelektrische Element kraft- und formschlüssig umgreift.

Der Ring und das piezoelektrische Element bilden dabei ein einheitlich schwingendes Schwingungsgebilde. Bei der Berechnung des Öffnungswinkels der Schallkeule geht daher hier der größere Außendurchmesser des Rings und nicht der Durchmesser des piezoelektrischen Elements ein.

Zusätzlich gilt es aber auch Schall- oder Ultraschallschwingungen von seitlichen Gehäuseteilen fern zu halten. Zum einen können bei einem Mitschwingen der Gehäusewand von dieser selbst Schall- oder Ultraschallimpulse ausgesendet und empfangen werden. Dies kann zu Störechos führen. Zum anderen kann der Schall- oder Ultraschall auch als Körperschall auf das Gehäuse und darüber auf eine Halterung des Sensors und gegebenenfalls sogar auf weitere Bauteile am Einsatzort übertragen werden. Dies kann ebenfalls zu erheblichen Störsignalen führen.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen Schall- oder Ultraschallsensor anzugeben, der eine Abstrahlcharakteristik mit einem vorzugsweise geringen Öffnungswinkel aufweist und möglichst wenig Störsignale erzeugt.

Hierzu besteht die Erfindung in einem Schall- oder Ultraschallsensor zum Senden und/oder Empfangen von Schall- oder Ultraschall

- mit einem von einem Boden topfförmig abgeschlossenen Gehäuse,
- einem piezoelektrischen Element zur Erzeugung und/oder Aufnahme von Schall oder Ultraschall durch den Boden hindurch,
- einer Anpaßschicht zwischen dem piezoelektrischen Element und dem Boden, und
- einem metallischen Ring der die Anpaßschicht

formschlüssig umgreift.

Gemäß einer Weiterbildung weist die Anpaßschicht an deren äußerem Rand auf deren bodenabgewandten Seite eine ringförmig umlaufende Nut auf.

Gemäß einer Weiterbildung weist die Nut eine Tiefe auf, bei der eine Ankopplung an das Gehäuse gering ist.

Gemäß einer Ausgestaltung ist in dem Gehäuse ein Dämpfungsmaterial vorgesehen.

Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß praktische keine Übertragung von Schall bzw. Ultraschall auf das Gehäuse erfolgt. Entsprechende Störsignale treten daher praktisch nicht mehr auf.

Gleichzeitig ist durch die Nut sichergestellt, daß ein effektiver für die Bestimmung des Öffnungswinkel der Abstrahlcharakteristik relevanter Durchmesser der abstrahlenden Fläche nahezu gleich dem Durchmesser der Anpaßschicht ist. Eine Bodenseite der Anpaßschicht besitzt eine Schwingungsform, die einer Gaußlinie über nahezu den gesamten Durchmesser entspricht. Entsprechend ist der Öffnungswinkel gering. Es findet eine gut gebündelte gerichtete Abstrahlung statt. Die Gefahr von Streusignalen und Reflektionen, z.B. an Wänden von Behältern in denen der Sensor eingebaut ist, ist daher gering.

Die Erfindung und weitere Vorteile werden nun anhand der Figuren der Zeichnung, in denen ein Ausführungsbeispiel dargestellt ist, näher erläutert; gleiche Elemente sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen
Schall- oder Ultraschallsensor;
und

Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt durch das
piezoelektrische Element und die
Anpaßschicht von Fig. 1.

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Schall- oder Ultraschallsensor zum Senden und/oder Empfangen von Schall oder Ultraschall. Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt durch das piezoelektrische Element und die Anpaßschicht von Fig. 1.

Der Schall- oder Ultraschallsensor weist ein topfförmiges Gehäuse 1 auf, das von einem Boden 3 abgeschlossen ist.

Das Gehäuse 1 besteht aus einem Kunststoff, z.B. aus Polypropylen. In dem Gehäuse 1 ist ein piezoelektrisches Element 5 angeordnet, das zur Erzeugung und/oder Aufnahme von Schall oder Ultraschall durch den Boden 3 hindurch dient.

Da sich die akustische Impedanz des Mediums, in das der Schall oder Ultraschall auszusenden ist, z.B. Luft, und die des piezoelektrischen Elements 5 sehr stark unterscheiden, ist vor dem piezoelektrischen Element 5 eine Anpaßschicht 7 aus einem Kunststoff mit mittlerer akustischer Impedanz angeordnet. Als Kunststoff ist z.B. ein Epoxidharz geeignet. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das piezoelektrische Element 5 scheibenförmig. Die Anpaßschicht 7 ist ebenfalls scheibenförmig und befindet sich zwischen dem piezoelektrischen Element 5 und dem Boden 3 des Gehäuses 1.

Um eine möglichst gute Anpassung und damit einen möglichst hohen Schalldruck zu erzielen weist die Anpaßschicht 7 vorzugsweise eine Dicke auf, die einem viertel der Wellenlänge der erzeugten Schall- oder Ultraschallwellen entspricht.

Die Anpaßschicht 7 ist von einem metallischen Ring 9 umgeben, der die Anpaßschicht 7 formschlüssig umgreift. Der Ring 9 besteht z.B. aus Messing. Er stabilisiert die Anpaßschicht 7 an deren äußerem Rand und bewirkt, daß Schwingungen der Anpaßschicht 7 praktisch nicht mehr auf das Gehäuse 1 übertragen werden.

Störungen die bei herkömmlichen Sensoren durch das Gehäuse vermittelt und/oder übertragen werden treten hier praktisch nicht mehr auf.

Die feste Einspannung der Anpaßschicht 7 an deren Rand durch den Ring 9 hindert die Anpaßschicht 7 jedoch in einem äußeren Randbereich daran, sich zu verformen.

Um dennoch die angestrebte Gaußsche Biegelinie mit einer möglichst großen Halbwertsbreite zu erhalten weist die Anpaßschicht 7 daher an deren äußerem Rand auf deren bodenabgewandten Seite vorzugsweise ein ringförmig umlaufende Nut 11 auf. Eine äußerer seitliche Begrenzung der Nut 11 kann dabei, wie in Fig. 1 dargestellt, Bestandteil der Anpaßschicht 7 sein. Ebenso kann aber auch der Ring 9 die äußere seitliche Begrenzung der Nut 11 bilden.

Untersuchungen haben gezeigt, daß die Halbwertsbreite der Abstrahlfläche mit zunehmender Tiefe T der Nut ansteigt. Hinsichtlich eine Ankopplung an das Gehäuse 1 weist die Tiefe jedoch ein Optimum auf. Die Nut 11 weist daher vorzugsweise eine maximale Tiefe auf, bei der eine Ankopplung an das Gehäuse 1 gering ist.

Nachfolgend ist ein Beispiel für Abmessungen der Komponenten eines erfindungsgemäßen Schall- oder Ultraschallsensor angegeben. Bei einem piezoelektrischen Element 5 mit einem Durchmesser von ca. 40 mm weist die Anpaßschicht 7 beispielsweise einen Durchmesser von ca. 50 mm auf und die Nut 11 hat eine Breite von beispielsweise ca. 5 mm. Eine optimale Tiefe der Nut 11 beträgt bei diesem Ausführungsbeispiel ca. 5 mm.

Bei einem Schall- oder Ultraschallsensor, der nicht nur als Sender, sondern auch als Empfänger genutzt wird, ist es wichtig, daß eine einmal angeregte Sendeschwingung schnell abklingt. Erst nach einem vollständigen Abklingen der Sendeschwingung ist der Schall- oder Ultraschallsensor empfangsbereit. Um ein schnelles Abklingen der Sendeschwingung zu erzielen ist in dem Gehäuse 1 daher vorzugsweise ein Dämpfungsmaterial 13 vorgesehen. Das Dämpfungsmaterial 13 ist z.B. ein Verguß, beispielsweise ein Silikongel, der das Gehäuse 1 ausfüllt.

Patentansprüche

1. Schall- oder Ultraschallsensor zum Senden und/oder Empfangen von Schall oder Ultraschall
 - mit einem von einem Boden (3) topfförmig abgeschlossenen Gehäuse (1),
 - einem piezoelektrischen Element (5) zur Erzeugung und/oder Aufnahme von Schall oder Ultraschall durch den Boden (3) hindurch,
 - einer Anpaßschicht (7) zwischen dem piezoelektrischen Element (5) und dem Boden (3), und
 - einem metallischen Ring (9), der die Anpaßschicht (7) formschlüssig umgreift.
2. Schall oder Ultraschallsensor nach Anspruch 1, bei dem die Anpaßschicht (7) an deren äußerem Rand auf deren bodenabgewandten Seite ein ringförmig umlaufende Nut (11) aufweist.
3. Schall oder Ultraschallsensor nach Anspruch 2, bei dem die Nut (11) eine Tiefe (T) aufweist, bei der eine Ankopplung an das Gehäuse (1) gering ist.
4. Schall oder Ultraschallsensor nach Anspruch 1, bei dem ein Dämpfungsmaterial (13) in dem Gehäuse (1) vorgesehen ist.

1/1

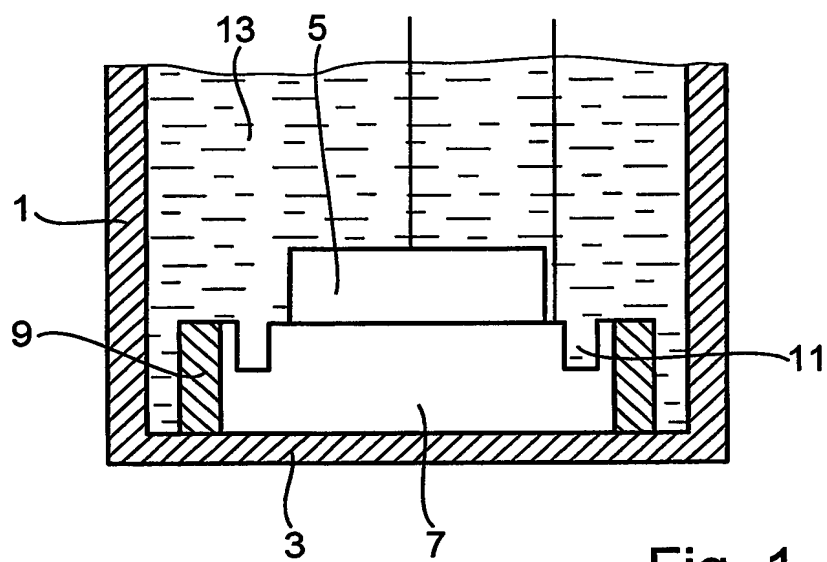


Fig. 1

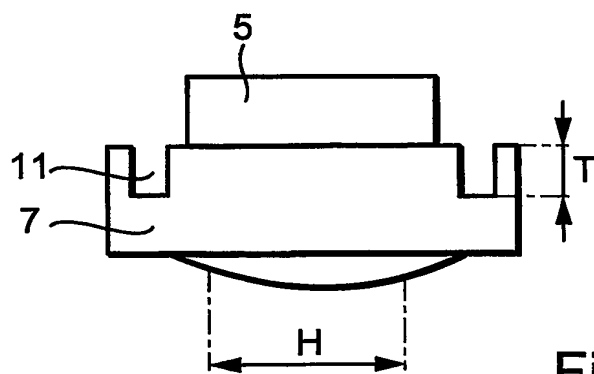


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/03682

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04R17/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04R G10K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 43 30 745 C (SIEMENS AG) 27 April 1995 (1995-04-27) column 1, line 52-59 column 2, line 10-52 ---	1-4
Y	DE 43 23 134 C (PIL SENSOREN GMBH) 16 June 1994 (1994-06-16) column 1, line 46-61 ---	1-4
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 04, 31 August 2000 (2000-08-31) -& JP 2000 023288 A (MURATA MFG CO LTD), 21 January 2000 (2000-01-21) abstract -----	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 August 2003

Date of mailing of the international search report

01/09/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zanti, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/03682

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 4330745	C	27-04-1995	DE	4330745 C1	27-04-1995
			WO	9507529 A1	16-03-1995
DE 4323134	C	16-06-1994	DE	4323134 C1	16-06-1994
JP 2000023288	A	21-01-2000	NONE		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/03682

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H04R17/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04R G10K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 43 30 745 C (SIEMENS AG) 27. April 1995 (1995-04-27) Spalte 1, Zeile 52-59 Spalte 2, Zeile 10-52 ----	1-4
Y	DE 43 23 134 C (PIL SENSOREN GMBH) 16. Juni 1994 (1994-06-16) Spalte 1, Zeile 46-61 ----	1-4
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 04, 31. August 2000 (2000-08-31) -& JP 2000 023288 A (MURATA MFG CO LTD), 21. Januar 2000 (2000-01-21) Zusammenfassung -----	1-4



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. August 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/09/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Zanti, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/03682

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4330745	C	27-04-1995	DE	4330745 C1	27-04-1995
			WO	9507529 A1	16-03-1995
DE 4323134	C	16-06-1994	DE	4323134 C1	16-06-1994
JP 2000023288	A	21-01-2000	KEINE		